

KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA PADA LENGKUNGAN S (DUA *ELBOW* 90°) DENGAN VARIASI JARAK ANTARA *ELBOW* DAN ARAH KELUARAN

Digdo Listyadi¹⁾, Chairil Ghozali²⁾

¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember,

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

E-mail: ¹⁾digdo_listya@yahoo.co.id

Abstrak

Lengkungan S adalah lengkungan berbentuk S pada pipa yang digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas yang terjadi akibat adanya pemanasan dan pendinginan pada sistem perpipaan. Lengkungan S sendiri dapat menimbulkan *head losses* yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan (*pressure drop*) pada sistem perpipaan. Penelitian ini menggunakan fluida udara yang dialirkan ke dalam pipa berbentuk S dengan menempatkan titik pengukuran sebelum *elbow* 90°, di antara *elbow* 90°, dan sesudah *elbow* 90°. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan panjang jarak antara *elbow* 90° 3D, 5D dan 7D dan variasi arah keluaran sudut 0°, 45°, dan 90°. Kecepatan rata-rata fluida keluaran tertinggi terjadi pada variasi 5D arah keluaran 45° sebesar 16,67 m/s pada titik pengukuran III, sedangkan tekanan rata-rata terendah terjadi pada variasi 3D arah keluaran 45° sebesar 79,21 N/m² pada titik pengukuran III. *Head losses* total yang paling rendah terjadi pada variasi 3D dan arah keluaran sudut 0° sebesar 14,40 m sedangkan untuk *head losses* total yang paling tinggi terjadi pada variasi 7D dan arah keluaran 90° sebesar 16,09 m.

Kata kunci: *Elbow* 90°, *head losses*, lengkungan S, dan penurunan tekanan.

Abstract

The S – arch is an arch shaped S on pipes that are used to increase flexibility that occurs due to the heating and cooling system piping. S own arches can lead to head losses that led to a decrease in pressure (pressure drop) in piping systems. This research uses a fluid air flowed into the pipe berbentuk S by placing the point of measurement before the elbow 90°, in between elbow 90°, and after the elbow 90° the Research is done by varying the length of the distance between elbow 90° 3D, 5D and 7D and the variation in the output direction angle of 0°, 45°, and 90°. The average speed of the fluid occurs at the highest output variation 5D and 45° output direction of 16.67 m/s at the point of measurement III, while the average lowest pressure occurs at the 3D output direction of variation 0° of 79,21 N/m² at point of measurement III. Head losses total least variation occurred in 3D and the direction 0° corners output amounted to 14.40 m as for the head of the most high total head losses occurred in variation 7D and output direction 90° of 16,09 m.

Keywords: Elbow 90°, head losses, S - Arch, and pressure drop.

1. PENDAHULUAN

Sistem perpipaan merupakan salah satu cara untuk mendistribusikan fluida dari suatu tempat ke tempat lain. Sistem perpipaan dapat

ditemukan hampir pada semua jenis industri, baik di industri yang membutuhkan saluran pipa untuk mengalirkan fluida, di perusahaan air minum, dan industri perminyakan [1].

Salah satu bagian dari instalasi perpipaan adalah adanya lengkungan berbentuk S. Lengkungan S sendiri digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas yang terjadi akibat adanya pemanasan dan pendinginan pada sistem perpipaan [2]. Dengan adanya lengkungan S pada sistem perpipaan akan mengakibatkan penurunan tekanan pada suatu aliran. Penurunan tekanan ini terjadi akibat adanya turbulensi aliran yang akan menimbulkan gesekan besar pada dinding pipa sehingga akan menimbulkan *head losses* yang besar.

Penurunan tekanan adalah hasil dari gaya gesek pada fluida seperti yang mengalir pada tabung. Penurunan tekanan dalam pipa ini sangat penting untuk diketahui guna merancang sistem perpipaan. *Head losses* dapat dibagi menjadi 2 macam yaitu, *major losses* dan *minor losses*. *Major losses* adalah kerugian pada sistem perpipaan akibat adanya gesekan fluida dengan dinding memanjang. *Minor losses* adalah kerugian pada sistem perpipaan akibat adanya sambungan pipa (*fitting*) dan perubahan luas penampang pada pipa [3].

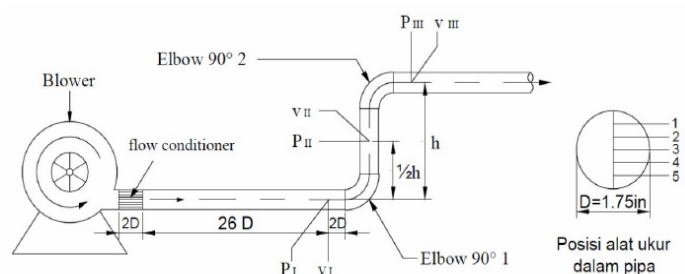
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bagus tentang analisis penurunan *head losses* pada simpul pipa *expansion loops* vertikal dengan variasi tinggi dan lebar simpul. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa pengaruh variasi simpul pipa *expansion loops* vertikal dengan variasi tinggi dan lebar simpul akan mempengaruhi kecepatan, tekanan, dan *head losses minor*. Nilai penurunan *head losses* paling tinggi terjadi pada variasi simpul pipa *expansion loop* 3H 3W dengan nilai *head losses* terendah adalah 2,987 m pada kecepatan fluida 9,269 m/s dan nilai *head losses* tertinggi adalah 9,559 m pada kecepatan 16,581 m/s serta tekanan keluar 19,53 N/m² [4].

Berdasarkan alasan-alasan di atas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisa *head losses* pada dua buah *elbow* 90° (lengkungan S) dengan variasi jarak antara *elbow* 90° dan arah keluarannya. Penelitian ini

dilakukan untuk mengetahui profil kecepatan dan tekanan pada sumbu Y yang terjadi akibat adanya pemasangan dua sambungan *elbow* 90° (lengkungan S) secara vertikal dan posisi arah keluaran sambungan *elbow* 90° serta untuk mengetahui seberapa besar *head losses* total yang pada dua *elbow* 90° (lengkungan S) dengan variasi jarak antara *elbow* 90° dan arah keluarannya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian *head losses* pada lengkungan S dilakukan dengan metode eksperimen dan dilaksanakan dalam 9 tahap pengujian yaitu pengujian pada lengkungan S dengan variasi jarak antara *elbow* 3D dan arah keluaran 0°, variasi jarak antara *elbow* 3D arah keluaran 45°, variasi jarak antara *elbow* 3D arah keluaran 90°, variasi jarak antara *elbow* 5D dan arah keluaran 0°, variasi jarak antara *elbow* 5D arah keluaran 45°, variasi jarak antara *elbow* 5D arah keluaran 90°, variasi jarak antara *elbow* 7D dan arah keluaran 0°, variasi jarak antara *elbow* 7D arah keluaran 45°, variasi jarak antara *elbow* 7D arah keluaran 90°.



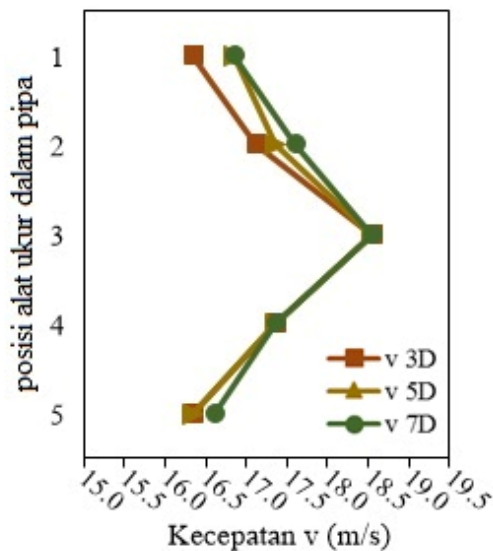
Gambar 1. Skema alat uji

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara menghidupkan blower hingga kecepatan 16000 rpm untuk mendistribusikan fluida udara pada pipa lengkungan berbentuk S, kemudian mencatat beda ketinggian (Δh) manometer U pada setiap titik yang pengujian. Dari hasil penelitian yang diperoleh tersebut dapat dijadikan sebagai dasar untuk menghitung kecepatan aliran fluida (v), debit fluida (Q), penurunan tekanan (P), dan *head losses* (h) sesuai dengan rumus yang telah

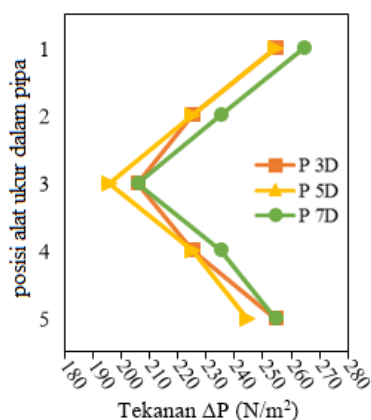
ditentukan. Setelah diperoleh hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan variasi jarak antara elbow 90° dan arah keluarannya pada lengkungan S.

3. HASIL PENELITIAN

Berikut adalah hasil perhitungan penelitian lengkungan S pada setiap titik pengukuran variasi jarak antara elbow 90° 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0°. Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa kecepatan variasi 3D adalah (16,33 m/s; 17,10 m/s; 18,55 m/s; 17,35 m/s; dan 16,33 m/s), variasi 5D adalah (16,85 m/s; 17,35 m/s; 18,55 m/s; 17,35 m/s; dan 16,33 m/s), dan variasi 7D adalah (16,85 m/s; 17,60 m/s; 18,55 m/s; 17,35 m/s; dan 16,59 m/s)

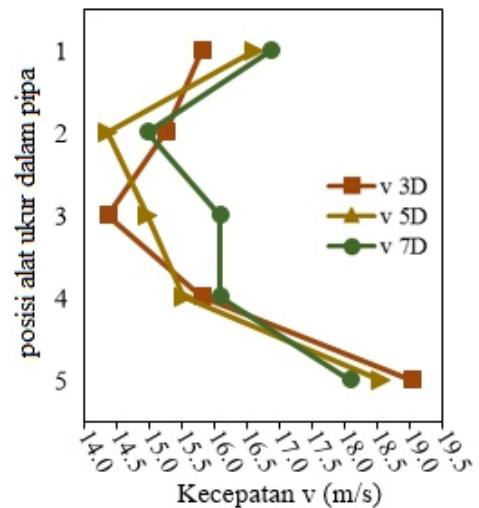


Gambar 2. Grafik kecepatan fluida udara variasi 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0° pada titik pengukuran I



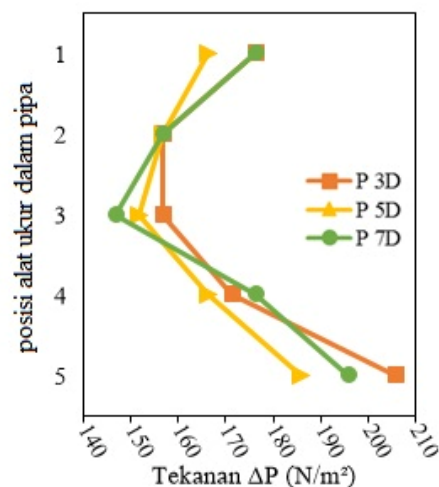
Gambar 3. Grafik tekanan fluida udara variasi 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0° pada titik pengukuran I

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa tekanan 3D adalah (254,26 N/m²; 224,92 N/m²; 205,36 N/m²; 224,92 N/m²; dan 254,26 N/m²), variasi 5D adalah (254,26 N/m²; 224,92 N/m²; 195,58 N/m²; 224,92 N/m²; dan 244,48 N/m²), dan variasi 7D adalah (264,04 N/m²; 234,70 N/m²; 205,36 N/m²; 234,70 N/m²; dan 254,26 N/m²).



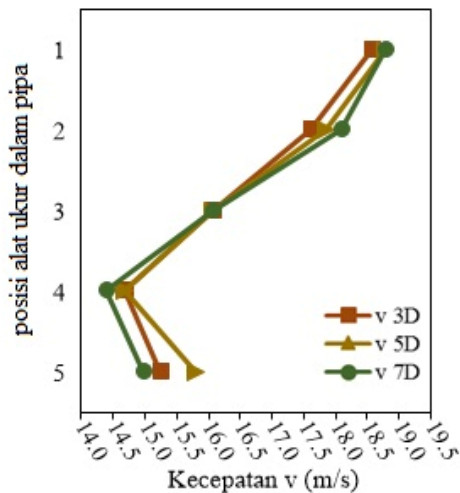
Gambar 4. Grafik kecepatan fluida udara variasi 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0° pada titik pengukuran II

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa kecepatan variasi 3D adalah (15,79 m/s; 15,24 m/s; 14,37 m/s; 15,79 m/s; dan 19,01 m/s), variasi 5D adalah (16,59 m/s; 14,37 m/s; 14,95 m/s; 15,52 m/s; dan 18,55 m/s), dan variasi 7D adalah (16,85 m/s; 14,95 m/s; 16,06 m/s; 16,06 m/s; dan 18,08 m/s).



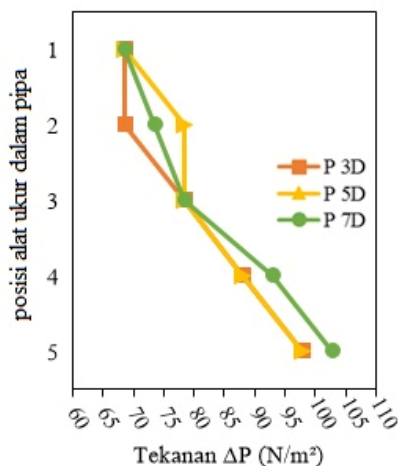
Gambar 5. Grafik tekanan fluida udara variasi 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0° pada titik pengukuran II

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa tekanan 3D adalah (176,03 N/m²; 156,47 N/m²; 156,47 N/m²; 171,14 N/m²; dan 205,36 N/m²), variasi 5D adalah (166,25 N/m²; 156,47 N/m²; 151,58 N/m²; 166,25 N/m²; dan 185,81 N/m²), dan variasi 7D adalah (176,03 N/m²; 156,47 N/m²; 146,49 N/m²; 176,03 N/m²; dan 195,58 N/m²).



Gambar 6. Grafik kecepatan fluida udara variasi 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0° pada titik pengukuran III

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa kecepatan variasi 3D adalah (18,55 m/s; 17,60 m/s; 16,06 m/s; 14,66 m/s; dan 15,24 m/s), variasi 5D adalah (18,78 m/s; 17,84 m/s; 16,06 m/s; 14,66 m/s; dan 15,79 m/s), dan variasi 7D adalah (18,78 m/s; 18,08 m/s; 16,06 m/s; 14,37 m/s; dan 14,95 m/s).

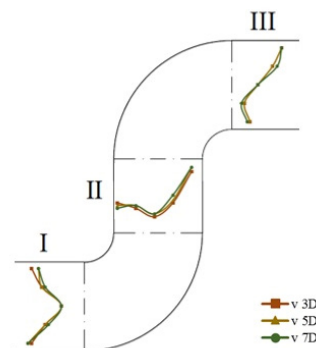


Gambar 7. Grafik tekanan fluida udara variasi 3D, 5D, dan 7D arah keluaran 0° pada titik

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa tekanan 3D adalah (68,45 N/m²; 68,45 N/m²; 78,23 N/m²; 88,01 N/m²; dan 97,79 N/m²), variasi 5D adalah (68,45 N/m²; 73,34 N/m²; 78,23 N/m²; 88,01 N/m²; dan 97,79 N/m²), dan variasi 7D adalah (68,45 N/m²; 78,23 N/m²; 78,23 N/m²; 92,90 N/m²; dan 102,68 N/m²).

4. PEMBAHASAN

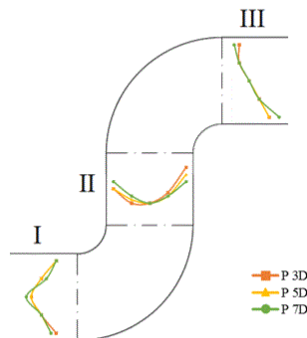
Berikut adalah profil kecepatan dan tekanan lengkungan S pada setiap titik pengukuran hasil pengujian variasi jarak antara elbow 90° 3D, 5D, dan 7D arah keluaran.



Gambar 8. Profil kecepatan lengkungan S pada variasi arah keluaran 0°

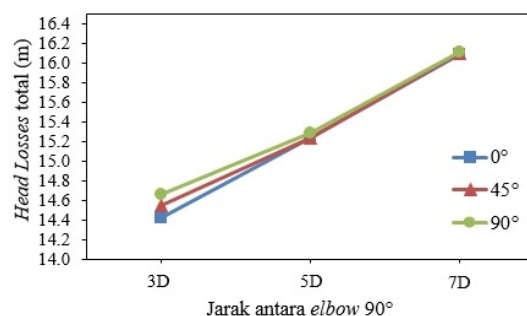
Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa pada titik pengukuran I kecepatan tertinggi terjadi di tengah-tengah pipa atau posisi alat ukur 3 sedangkan kecepatan terendahnya terjadi pada daerah tepi dinding pipa atau posisi alat ukur 1 dan 5, hal ini dikarenakan sewaktu fluida bergerak melewati pipa efek viskos menyebabkan fluida menempel pada dinding pipa, sehingga kecepatan fluida pada tepi dinding pipa akan mengalami penurunan sedangkan untuk bagian tengah-tengah pipa kecepatan akan mengalami kenaikan [5]. Untuk titik pengukuran II kecepatan tertinggi terjadi pada daerah luar elbow atau posisi alat ukur 5 sedangkan untuk kecepatan terendahnya terjadi di tengah-tengah pipa atau posisi alat ukur 3 dikarenakan ketika fluida telah melewati belokan, kecepatan fluida akan mengalami kenaikan pada daerah dinding luar elbow sedangkan pada bagian dinding dalam elbow kecepatan fluida akan mengalami

penurunan. Dan untuk titik pengukuran III kecepatan tertinggi terjadi pada daerah luar elbow atau posisi alat ukur 1 dan kecepatan terendah terjadi pada posisi alat ukur 4.



Gambar 9. Profil tekanan lengkungan S pada variasi arah keluaran 0°

Dari gambar 9 di atas dapat dilihat bahwa pada titik pengukuran I tekanan tertinggi terjadi di tepi dinding pipa atau posisi alat ukur 1 dan 5 sedangkan kecepatan terendahnya terjadi di tengah-tengah pipa atau posisi alat ukur 3. Untuk titik pengukuran II tekanan tertinggi terjadi pada daerah dinding luar elbow atau posisi alat ukur 5 sedangkan untuk tekanan terendahnya terjadi di tengah-tengah pipa atau posisi alat ukur 3. Dan untuk titik pengukuran III tekanan tertinggi terjadi pada daerah dinding dalam elbow atau posisi alat ukur 5 dan kecepatan terendah terjadi pada daerah dinding luar elbow atau posisi alat ukur 1. Hal ini berbanding terbalik dengan profil kecepatan pada gambar 8, dimana hal ini sesuai dengan hukum Bernoulli yang menyatakan kecepatan fluida berbanding terbalik dengan tekanan fluida, begitu pula sebaliknya.



Gambar 10. Grafik head losses total terhadap jarak antara elbow pada arah keluaran

Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa head losses total yang terjadi pada variasi jarak antara elbow 90° terhadap arah keluaran. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin panjang jarak antara elbow 90° maka nilai head losses total cenderung semakin tinggi, sedangkan semakin pendek jarak antara elbow 90° maka nilai head losses semakin kecil. Sedangkan semakin besar sudut arah keluaran, maka nilai head losses akan besar. Berdasarkan grafik di atas nilai head losses total pada variasi arah keluaran 0° adalah (14,40 m; 15,22 m; dan 16,07 m), variasi arah keluaran 45° adalah (14,53 m; 15,23 m; dan 16,08) dan variasi arah keluaran 90° adalah (14,65 m; 15,26 m; dan 16,09 m).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dan analisa yang telah dilakukan adalah kecepatan rata-rata fluida keluaran tertinggi terjadi pada variasi 5D arah keluaran 45° sebesar 16,67 m/s pada titik pengukuran III, sedangkan tekanan terendah terjadi pada variasi 3D arah keluaran 45° sebesar 79,21 N/m² pada titik pengukuran III. Head losses total yang paling tinggi terjadi pada variasi 7D dan arah keluaran 90° sebesar 16,09 m.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan terkait dalam penelitian ini adalah sebaiknya menggunakan alat ukur yang lebih presisi dari manometer U, karena manometer U nilai yang dapat di baca adalah 1 mm. Agar pola aliran dalam pipa dapat di ketahui secara jelas pada setiap sisi pipa, maka ada baiknya untuk penelitian selanjutnya pengukuran dilakukan pada sumbu koordinat penampang pipa yaitu (penampang X).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zainudin, dkk. 2012. *Analisis Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa*. Jurnal ISSN: 2088-088x, Vol 2 No. 2: 14-22.

- [2] Raswari. 1986. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI – Pres).
- [3] White, Frank.M. 1986. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Mahardika, Bagus Krida Pratama. 2014. *Analisa Penurunan Head Losses pada Belokan Pipa Expansion Loop Vertikal dengan Variasi Tinggi dan Lebar Pipa*. Jember: Skripsi Teknik Mesin – Unej.
- [5] Munson, et al. 2002. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.